

# 基于典型相关分析的散叶烘烤过程中化学成分与烘烤条件的研究

谢良文<sup>1</sup>, 路晓崇<sup>2\*</sup>, 彭玖华<sup>2,3</sup>, 尹振华<sup>4</sup>, 王栋<sup>4</sup>, 顾会战<sup>4</sup> (1. 四川省烟草公司, 四川成都 610041; 2. 河南农业大学烟草学院, 河南郑州 450002; 3. 重庆市烟草公司巫山县公司, 重庆巫山 404700; 4. 四川省烟草公司广元市公司, 四川广元 628017)

**摘要** [目的] 研究散叶烘烤过程中烘烤条件与烟叶化学成分之间的变化关系。[方法] 以淀粉( $x_1$ )、叶绿素( $x_2$ )、水分( $x_3$ )、蛋白质( $x_4$ )、总糖( $x_5$ )作为烘烤生理指标, 以干球温度( $y_1$ )、湿球温度( $y_2$ )和相对湿度( $y_3$ )作为烘烤的物理指标, 运用典型相关分析对2组指标进行分析。[结果] 试验表明, 只有1组变量相关关系达到了极显著水平, 典型相关系数为0.993 2, 其中 $u_1$ 与烘烤过程中烟叶淀粉( $x_1$ )、叶绿素( $x_2$ )、水分( $x_3$ )和蛋白质( $x_4$ )含量的变化存在较高的负相关, 而与总糖( $x_5$ )含量的变化有较高的正相关,  $v_1$ 与干球温度( $y_1$ )存在较高的正相关, 而与相对湿度( $y_3$ )之间存在较强的负相关, 说明散叶烘烤过程中烘烤条件的变化对烟叶化学物质变化的影响较大, 且干球温度的影响效果大于湿球温度与相对湿度。[结论] 研究可为烟叶散叶烘烤过程中的烘烤条件控制提供参考依据。

**关键词** 散叶烘烤; 烘烤因素; 典型相关分析

**中图分类号** S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)27-11156-02

## The Research for Chemical Composition and Curing Conditions during Loose Leaf Curing Process Based on Canonical Correlation Analysis

XIE Liang-wen et al (Sichuan Tobacco Company, Chengdu, Sichuan 610041)

**Abstract** [Objective] To study the relationship between curing conditions and chemical composition during the process of curing tobacco loose leaf. [Method] With starch ( $x_1$ ), chlorophyll ( $x_2$ ), water ( $x_3$ ), protein ( $x_4$ ), total sugar ( $x_5$ ) as curing physiological indicators, and bulb temperature ( $y_1$ ), wet bulb temperature ( $y_2$ ) and relative humidity ( $y_3$ ) as curing physical indicators, two sets of indicators were analyzed by using canonical correlation analysis. [Result] The results showed that only one set of variables reached a extremely significant level with canonical correlation coefficient of 0.993 2, among which, there was a higher negative correlation between  $u_1$  and  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  and  $x_4$ , a higher positive correlation between  $u_1$  and  $x_5$ , a higher positive correlation between  $v_1$  and  $y_1$ , a stronger negative correlation between  $v_1$  and  $y_3$ , indicating that the curing conditions have a large influence to chemical composition, and the impact of the dry bulb temperature is larger than wet bulb temperature and relative humidity. [Conclusion] The study can provide reference for conditions control during process of curing tobacco loose leaf.

**Key words** Loose leaf curing; Factors of curing; Canonical correlation analysis

近年来,随着城镇化进程不断深入,农村剩余劳动力不断减少,给烟叶规模化生产带来诸多不便,因此烟叶生产更需要专业化,应不断提高烟叶生产技术水平与烟叶质量,降低劳动强度,以达到“减工、降本、提质、增效”的目的<sup>[1-3]</sup>。散叶烘烤以其自身的特点在当前新形势下已越来越受关注,对于散叶堆积烘烤的探索国内学者进行了大量的研究。陈勇华等对不同装烟方式烘烤效益进行了研究,结果表明,烟夹和散叶堆积装烟方式烘烤综合效益高于挂杆方式,而散叶堆积的效益又高于烟夹装烟<sup>[4-6]</sup>;徐志强等对散叶烘烤工艺进行了研究,结果表明,不同温湿度变黄工艺与烟叶外观质量有密切的关系,以中温中湿效果最好<sup>[7]</sup>;谢已书等对不同成熟度的烤后烟叶外观质量等级和内在品质进行了研究,结果表明,成熟和完熟处理烟叶化学成分和感官质量均较好,其中完熟采收可提高烟叶内在品质,但会增加杂色烟叶的比例,导致烤后烟叶外观等级质量下降<sup>[8]</sup>。对于散叶烘烤过程中化学成分变化的研究,孟可爱等对散叶密集烘烤过程中的烟叶水分与色素进行了研究,结果表明,上部叶脱水最快,中部叶次之,下部叶最难;2种叶绿素变化趋势十分相似,先迅速下降,然后趋于平稳;类胡萝卜素的变化趋势一直比较平稳<sup>[9]</sup>。赵会纳等对不同成熟度烟叶在散叶堆积烘烤过程中

的主要化学成分变化进行了研究,结果表明,不同成熟度烟叶在散叶堆积烘烤过程中烟碱、蛋白质含量变化趋势不同;烟叶总氮含量的变化趋势均较平稳,在烘烤期间变化不太大<sup>[10]</sup>。烟叶烘烤是通过烤房内的温湿度调控来实现的,然而在不同的烘烤阶段控制不同的温湿度,烟叶内部生理生化反应有所不同,因此烘烤过程中温湿度的控制对烟叶化学成分的变化影响很大,但将控制因素与烟叶的化学成分综合起来研究的成果鲜见报道,因此有必要对散叶烘烤过程中物理因素与生理因素进行综合研究。

### 1 材料与方法

**1.1 材料** 供试烤烟品种为云烟97,试验田土壤肥力中等,规范化常规栽培管理,适时成熟采收。选择长势长均匀一致的烟株,以9~11位叶作为烘烤对象。装烟方式为散叶堆积,烤房为气流上升式散叶密集烤房,烤房性能良好,装烟室长×宽×高为8.0 m×2.7 m×3.5 m。

**1.2 方法** 试验于2013年在四川省广元市剑阁县普安镇剑坪烟叶烘烤工场进行,烘烤过程中每12 h取1次样,每次取5片烟叶,水分采用杀青烘干法进行测量;总糖、淀粉、蛋白质含量的测定参照王瑞新等的方法;叶绿素含量测定采用分光光度法。干球温度与湿球温度每取一次样记录一次,然后利用干球温度和湿球温度计算出烤房内的相对湿度,一直到定色期(54℃)结束。

**1.3 数据处理** 数据采用Excel 2010进行整理,将淀粉( $x_1$ )、叶绿素( $x_2$ )、水分( $x_3$ )、蛋白质( $x_4$ )、总糖( $x_5$ )作为生理指标,将干球温度( $y_1$ )、湿球温度( $y_2$ )和相对湿度( $y_3$ )作

**基金项目** 中国烟草总公司项目(Ts-01-2011001)。

**作者简介** 谢良文(1979-),男,河南商丘人,农艺师,从事烤烟烘烤研究与技术推广工作。\*通讯作者,在读硕士,从事烟草调制与数据分析研究, E-mail: 1210275337@qq.com。

**收稿日期** 2013-08-21

为烘烤的物理指标,采用 SPSS 17.0 进行典型相关分析。

## 2 结果与分析

**2.1 简单相关分析** 通过对散叶堆积烘烤过程中生理指标与物理指标进行相关分析(表 1),可知各生理指标与物理指标之内以及生理指标与物理指标之间均存在显著或极显著相关关系,尤其是淀粉( $x_1$ )、叶绿素( $x_2$ )、蛋白质( $x_4$ )、总糖( $x_5$ )、干球温度( $y_1$ )、相对湿度( $y_3$ )与其他大部分指标的相关系数较大,其中淀粉( $x_1$ )与叶绿素( $x_2$ )、蛋白质( $x_4$ )、总糖( $x_5$ )3 项指标的简单相关系数达到 0.97 以上,表明烘烤过程中淀粉的降解对三者含量的变化影响较大;叶绿素( $x_2$ )与蛋

白质( $x_4$ )、总糖( $x_5$ )二者的相关系数亦达到 0.97 以上,表明烘烤过程中叶绿素的降解对蛋白质和总糖含量的变化有着重要的影响,同时相对湿度( $y_3$ )的变化亦有很大的影响;蛋白质( $x_4$ )与总糖( $x_5$ )的变化影响很大,同时受干球温度( $y_1$ )与相对湿度( $y_3$ )的变化影响也较大;总糖( $x_5$ )受干球温度( $y_1$ )与相对湿度( $y_3$ )影响较大;干球温度( $y_1$ )除对湿球温度( $y_2$ )的变化影响较小外,对其他指标的影响均较大,这也是干球温度作为烟草调制的一个重要的烘烤参数的原因所在;相对湿度( $y_3$ )对各个生理指标的影响均较大,说明烟草调制过程中除干球温度外,控制烤房内的水分是烤烟效果较好的

表 1 简单相关分析

项目	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$y_1$	$y_2$	$y_3$
$x_1$	1	0.99**	0.72**	0.98**	-0.99**	-0.90**	-0.68*	0.92**
$x_2$	0.99**	1	0.69**	0.98**	-0.97**	-0.89**	-0.72**	0.89**
$x_3$	0.72**	0.69**	1	0.73**	-0.72**	-0.93**	-0.67*	0.88**
$x_4$	0.98**	0.98**	0.73**	1	-0.98**	-0.90**	-0.68**	0.91**
$x_5$	-0.99**	-0.97**	-0.72**	-0.98**	1	0.89**	0.65*	-0.92**
$y_1$	-0.90**	-0.89**	-0.93**	-0.90**	0.89**	1	0.77**	-0.96**
$y_2$	-0.68*	-0.72**	-0.67*	-0.68**	0.65*	0.77**	1	-0.59*
$y_3$	0.92**	0.89**	0.88**	0.91**	-0.92**	-0.96**	-0.59*	1

注:\*,\*\* 分别表示相关显著和极显著。

关键所在。

**2.2 典型相关分析** 仅对这 2 组变量进行简单的相关分析,只能反映变量内各项指标之间的简单相关性,难以客观反映散叶堆积烘烤过程中生理指标与物理指标 2 组变量整体间的内在联系,而典型相关分析能够揭示出 2 组变量之间的内在联系,对 2 组变量进行典型相关分析,结果见表 2、3。结果表明,只有 1 组变量相关关系达到了极显著水平,典型相关系数为 0.993 2,得典型变量为  $u_1 = 0.311 8x_1 - 1.098 1x_2 - 0.553 2x_3 + 0.392 9x_4 + 0.149 3x_5$ ,  $v_1 = 0.034 0y_1 + 0.330 1y_2 - 0.734 5y_3$ 。在典型变量( $u_1, v_1$ )中,由  $u$  与原始数据的相关系数可知,它与烘烤过程中烟叶淀粉( $x_1$ )、叶绿素( $x_2$ )、水分( $x_3$ )和蛋白质( $x_4$ )含量的变化存在较高的负相关,而与总糖( $x_5$ )含量的变化有较高的正相关, $u_1$  可以描述为散叶堆积烘烤过程中 5 项生理指标的综合性状,即随着淀粉( $x_1$ )、叶绿素( $x_2$ )、水分( $x_3$ )和蛋白质( $x_4$ )呈现出减少的趋势,总糖( $x_5$ )则呈现出增加的趋势, $u_1$  存在明显的增加趋势;再者, $v_1$  与干球温度( $y_1$ )、湿球温度( $y_2$ )存在较高的正相关,典型相关系数分别为 0.991 7 和 0.788 4,而与相对湿度( $y_3$ )之间存在较强的负相关,相关系数为 -0.961 3,因此  $v_1$  可以理解为主要描述了烘烤过程中温度的变化与相对湿度的变化的综合性状,即随着干球温度与湿球温度的增加,

表 2 典型相关系数显著性检验

项目	相关系数	wilk's	卡方值	自由度	P 值
1	0.993 2**	0.003 0	37.758 5	15	0.001 0
2	0.775 3	0.219 9	9.843 8	8	0.276 2
3	0.669 7	0.551 4	3.869 0	3	0.276 0

注:\*\*\* 表示相关极显著。

表 3 第 1 组典型的分析结果

指标	典型变量 ( $u_1$ )	观察值与典型变量( $u_1$ )间的相关系数	指标	典型变量 ( $v_1$ )	观察值与典型变量( $v_1$ )间的相关系数
$x_1$	0.311 8	-0.937 5	$y_1$	0.034 0	0.991 7
$x_2$	-1.098 1	-0.929 8	$y_2$	0.330 1	0.788 4
$x_3$	-0.553 2	-0.902 6	$y_3$	-0.734 5	-0.961 3
$x_4$	0.392 9	-0.931 2			
$x_5$	0.149 3	0.923 4			

相对湿度减小  $v_1$  呈现增加的趋势。这一线性组合说明了烘烤过程中化学物质的转化及烤房温度及相对湿度的控制关系密切。

## 3 结论与讨论

烟叶的烘烤不同地区不同部位的差别较大,并且烘烤过程中控制不同的烘烤条件对于同一品种、同一部位的烟叶化学成分的转化与降解有很大的影响<sup>[11-15]</sup>,尤其是淀粉、蛋白质等大分子物质。通过典型相关分析表明,散叶密集烘烤过程中  $u_1$  与干球温度( $y_1$ )及相对湿度( $y_3$ )的相关系数较大,且  $u_1$  与干球温度的相关系数大于  $u_1$  与相对湿度的相关系数和  $u_1$  与湿球温度,说明散叶堆积烘烤过程中温度对淀粉( $x_1$ )、叶绿素( $x_2$ )、水分( $x_3$ )、蛋白质( $x_4$ )、总糖( $x_5$ )等的影响效果大于相对湿度与湿球温度对烘烤过程中化学成分变化的影响。

## 参考文献

- [1] 罗勇,李明海,李智勇,等. 烤烟散叶堆积气流上升式烤房结构研究[J]. 中国烟草科学,2005(1):47-48.
- [2] 徐秀红,孙福山,王永,等. 我国密集烤房研究应用现状及发展方向探讨[J]. 中国烟草科学,2008,29(4):54-56,61.

(下转第 11176 页)

**3.2 农村土地整治重点项目** 华蓥市农村土地整治省级重点项目主要分布在阳和镇阳和社区、楼房沟村、观城村、蔡家湾村、祝家坝村,明月镇人和寨村、长田坎村、竹和村,整治规模 1 396.00 hm<sup>2</sup>;市级重点项目主要分布在永兴镇的乐山寨村、落鸿渡村、大佛山村,高兴镇谭家桥村、柘子沟村,整治规模 656.08 hm<sup>2</sup>;县级重点项目主要分布在双河街道的广华大道社区、果子村、杜家坪村,永兴镇的清溪口村、双龙桥村,明

月镇的三河团村、长田坎村、竹河村、人和寨村,华龙街道的碑山村、上坝桥村、余家井村、东方村,古桥街道的古桥社区、新民村、土桥村,禄市镇的凉水井村、大坡老村、走马岭村、姚家塆村、小驴山村、大石坝村、三圣寨村,观音溪镇的大屋咀村、李子埡村、李子埡社区、跳石沟村,庆华镇的三河村、铜鼓寨村、斜滩村,溪口镇的顺天寨村、平桥村、觉庵村,整治规模 7 766.89 hm<sup>2</sup>,具体见表 5。

表 5 华蓥市农村土地整治重点项目规模一览

序号	所在村	规模/hm <sup>2</sup>	投资来源
1	阳和镇阳和社区、楼房沟村、观城村、蔡家湾村、祝家坝村	613.88	省投资
2	明月镇人和寨村、长田坎村、竹和村	782.12	省投资
3	永兴镇乐山寨村、落鸿渡村、大佛山村	403.03	市投资
4	高兴镇谭家桥村、柘子沟村	253.05	市投资
5	双河街道广华大道社区、果子村、清溪口村、三河团村、双龙桥村	380.71	县投资
6	华龙街道碑山村、上坝桥村	265.94	县投资
7	华龙街道余家井村、东方村	360.56	县投资
8	古桥街道古桥社区、新民村、土桥村	313.57	县投资
9	禄市镇凉水井村、大坡老村	250.08	县投资
10	禄市镇走马岭村	272.30	县投资
11	禄市镇姚家塆村、小驴山村	319.79	县投资
12	禄市镇大石坝村、三圣寨村	356.53	县投资
13	观音溪镇大屋咀村、李子埡村、李子埡社区	326.21	县投资
14	观音溪镇跳石沟村	175.45	县投资
15	庆华镇三河村、铜鼓寨村	365.59	县投资
16	溪口镇顺天寨村、庆华镇斜滩村	388.63	县投资
17	溪口镇平桥村、觉庵村	345.02	县投资
18	双河街道杜家坪村	20.58	县投资
19	观音溪镇田坝子村、溪口镇渔槽村、庆华镇石佛沟村	403.01	县投资
20	华龙街道沙坝村、麻院村、射红庙村	395.36	县投资
21	溪口镇袁家坝村、庆华镇天龙山村	467.31	县投资
22	阳和镇偏岩子村、龙山寨村	416.25	县投资
23	明月镇刘家庙村、红光村	409.38	县投资
24	阳和镇中和村、三岔河村	394.08	县投资

#### 4 结语

实行最严格的土地管理制度的最终目标是保障我国土地资源的安全<sup>[2-3]</sup>。土地整治已成为国家层面的战略部署,搞好土地整治规划是落实中央决策部署的重要举措。编制好土地整治规划,科学谋划土地整治,关系到粮食安全和农村社会稳定,是实现城乡统筹、反哺农业的现实需要,是我国实现粮食自给,确保粮食安全的重要途径。因此,科学规划并落实农村土地整治有着极其深刻的现实意义。

#### 参考文献

[1] 张正峰,陈百明.土地整理潜力分析[J].自然资源学报,2002,17(6):664-669.

[2] 张红晖,金昌伟,陈永康.要重视耕地总量动态平衡中的耕地质量因素[J].农业经济,1999(11):24-25.

[3] 谭永忠,吴次芳,王庆日,等.“耕地总量动态平衡”政策驱动下中国的耕地变化及其生态环境效应[J].自然资源学报,2005,20(5):727-734.

[4] 曲欣,施振斌.土地整治规划环境影响评价研究[J].宁夏农林科技,2011,52(7):77-78,86.

[5] 孙和颜.土地开发整理综合效益评价——以商河县土地开发整理项目为例[J].内蒙古农业科技,2012(4):46-49.

[6] 周小丹.江苏沿海规划实施过程中土地管理对策研究[J].安徽农业科学,2012,40(4):2350-2351,2357.

[7] LIU J,ZHOU X,JIANG Y. Land Consolidation Model Implemented by Co-operated Rural Households[J]. Asian Agricultural Research,2011,3(7):66-69,74.

(上接第 11157 页)

[3] 王学龙,宋朝鹏,潘建斌,等.散叶烤房系列研究 3.烘烤技术研究[J].中国农学通报,2007,23(2):103-106.

[4] 陈勇华,代光明,罗会斌,等.印江县 2012 年密集烤房散叶堆积装烟烘烤示范效益分析[J].耕作与栽培,2013(5):42-43.

[5] 陈勇华,代光明,罗会斌,等.密集烤房不同装烟方式烘烤效益对比试验[J].耕作与栽培,2013(2):5-6.

[6] 谢巴书,邹焱,李国彬,等.密集烤房不同装烟方式的烘烤效果[J].中国烟草科学,2010,31(3):67-69.

[7] 徐志强,高强,慕继瑞,等.不同散叶烘烤工艺对烟叶质量的影响[J].安徽农学通报,2013(12):111-112,115.

[8] 谢巴书,赵会纳,戚源明,等.成熟度对烤后烟叶外观等级质量和内在品质的影响[J].云南农业大学学报,2012,27(6):858-862,881.

[9] 孟可爱,聂荣邦,肖春生,等.密集烘烤过程中烟叶水分和色素含量的

动态变化[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2006,32(2):144-158.

[10] 赵会纳,谢巴书,李章海,等.不同成熟度烟叶在散叶烘烤过程中主要化学成分的动态变化[J].湖北农业科学,2013,52(4):835-839.

[11] 杨立均,官长荣,马京民.烘烤过程中烟叶色素的降解及与化学成分的相关分析[J].中国烟草科学,2002(2):5-7.

[12] 官长荣,袁红涛,陈江华.烤烟烘烤过程中烟叶淀粉酶活性变化及色素降解规律的研究[J].中国烟草学报,2002(2):16-20.

[13] 李雪霞,张希杰,李念胜,等.烤烟烟叶色素与烟叶品质的关系[J].中国烟草,1988(2):35-38.

[14] 李雪霞.烤烟烟叶叶绿素与烟叶品质的关系[J].中国烟草科学,1988(2):56-59.

[15] 官长荣,刘霞,王卫峰.密集烘烤温湿度条件对烟叶生理生化特性和品质的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2007(6):77-82.